

常時監視データから見た福井県の水環境の推移（第2報） —九頭竜川支川の水質—

Trends of Aquatic Environment in Fukui Pref. from Continuous Monitoring Data (Second Report)
—Water Quality in KUZURYU Branch River—

玉柿 励治*
(福井県坂井地区水道管理事務所)
坊 栄二**
(福井県衛生環境研究センター)
坪内 彰*
(福井大学産学官連携本部)
(地域環境研究教育センター協力メンバー)

1. はじめに

環境を評価するために利用されている環境基準は、「人の健康を保護し、及び生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準」として定められている。この数値は規制基準値ではなく「行政目標値」として扱われることとされており、国や地方自治体では、河川や湖沼、海域といった公共用水域の水質の保全・改善の施策を検討、評価するため、定期的な水質監視（常時監視）を行っている。

著者らは「私たちの身の回りの水はきれいなのか？とりわけ、福井の川の水はどうなのだろうか？」という疑問にアプローチしていけたらとの思いから、これまで40年近く蓄積された福井県内の公共用水域常時監視データを整理、解析する取り組みを開始した。第1報では、福井県内の最大河川である九頭竜川の本川（※1）を対象としてBOD（生物化学的酸素要求量）やDO（溶存酸素濃度）等の項目のトレンドを評価し、本川下流部での水質に改善傾向が認められることを明らかにした。

第2報では九頭竜川支派川、特に九頭竜川本川に合流する支川のうち汚濁負荷の高い河川を中心にそのトレンドなどを見ていくことにしたい。

※1 本川とは、二つ以上の河川が合流する場合に、流域や流量、河川幅が大きく、延長も長く、歴史的経緯からも定められてきた河川をいい、この本川に流入する河川を「支川」という。また、本川から分かれて流れる河川を派川という。

2. 九頭竜川水系とその水質常時監視

九頭竜川水系は国土保全上または国民経済上特に重要な水系として河川法で指定された水系であり、その流域面積は2,930km²に及び、福井県の面積の約70%に相当する。また、九頭竜川水系の一級河川は九頭竜川本川を含め146本あり、それらの河川延長の合計は1,000kmを超える¹⁾。

水質汚濁に係る環境基準のうち、人の健康の保護に関する項目（以下、「健康項目」という。）はすべての河川に適用されるのに対し、生活環境の保全に関する項目（以下、「生活環境項目」という。）は当該水域の利水目的などに応じて、類型が当てはめられる（以下、類型指定という。）。九頭竜川水系の類型指定については、146本すべてが当てはめられているわけではなく、河川延長や流域面積、流域人口などを勘案して、表-1に示すとおり九頭竜川をはじめ16本の支川水域が類型指定されている²⁾。そのうち、九頭竜川は上・中・下流域についてそれぞれ別の類型が、日野（ひの）川、足羽（あ

キーワード：水質汚濁、常時監視、環境基準、九頭竜川、BOD

* Reiji Tamagaki (Fukui Prefecture Sakai Area Waterworks Administration Office)

** Eiji Bou (Fukui Prefectural Institute of Public Health And Environmental Science)

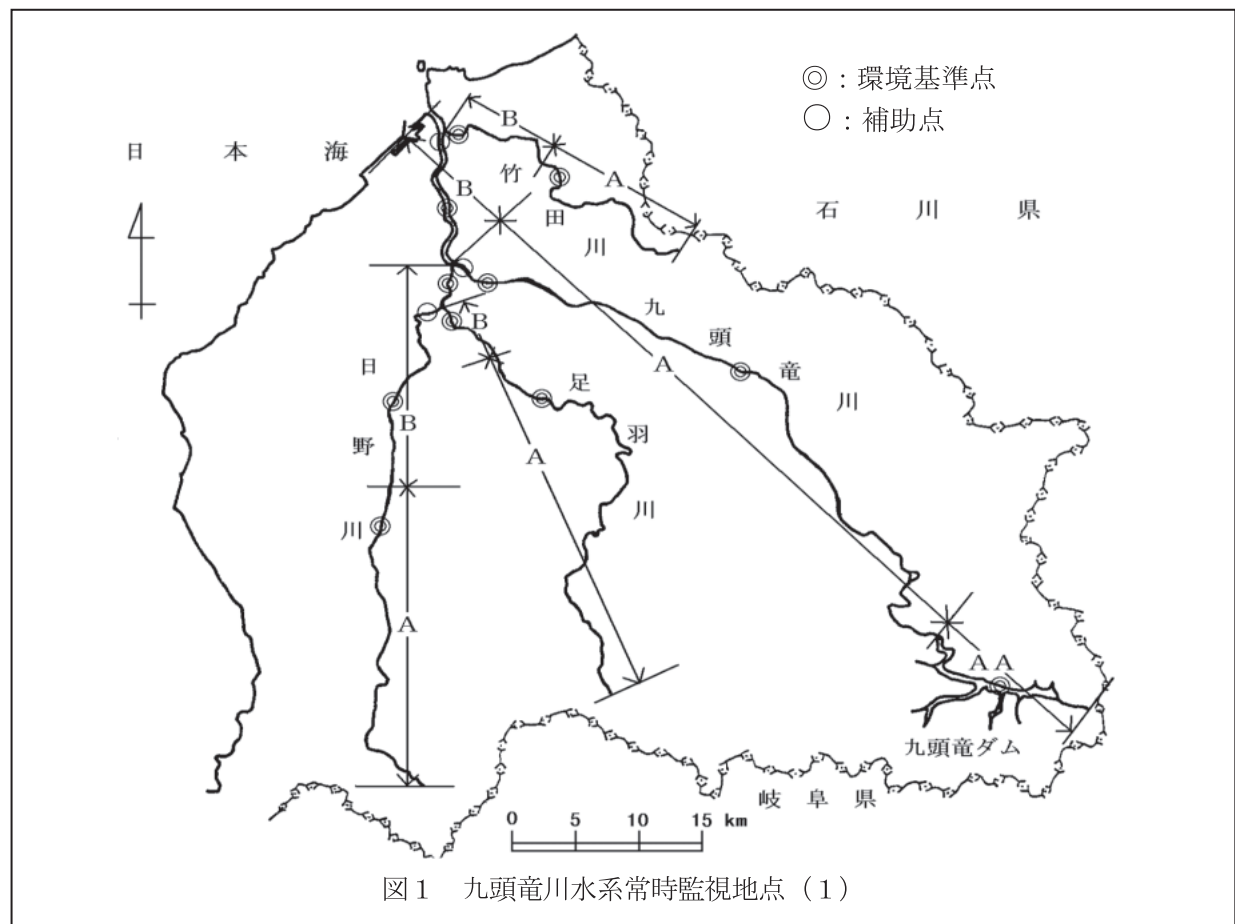
*** Akira Tsubouchi (Research and Education Center for Regional Environment, Fukui University)

すわ) 川、竹田 (たけだ) 川、荒 (あら) 川、吉野瀬 (よしのせ) 川、浅水 (あそうず) 川、底喰 (そこばみ) 川および鞍谷 (くらたに) 川の8河川では上・下流域に分けてそれぞれ異なる類型が当てはめられている。

表1 九頭竜川水系の類型指定状況 (17 河川、27 水域)

河川名	類型	指定年	河川名	類型	指定年	河川名	類型	指定年
九頭竜川 上流	AA	1972	兵庫川	B	1978	磯部川	D	1997
九頭竜川 中流	A	1972	荒川 上流	A	1978	底喰川 上流	B	1997
九頭竜川 下流	B	1972	荒川 下流	B	1978	底喰川 下流	D	1997
日野川 上流	A	1972	天王川	A	1978	狐川	D	1998
日野川 下流	B	1972	吉野瀬川 上流	A	1978	鞍谷川 上流	D	2002
足羽川 上流	A	1972	吉野瀬川 下流	C	1978	鞍谷川 下流	C	2002
足羽川 下流	B	1972	浅水川 上流	B	1978	清滝川	A	2002
竹田川 上流	A	1972	浅水川 下流	C	1978	赤根川	A	2002
竹田川 下流	B	1972	真名川	A	1978	穴田川	C	2007

水質常時監視は環境基準の達成状況を確認するために行われることから、現在、常時監視の対象となっているのは、類型指定された17河川と工場排水などが流入し、汚濁負荷が比較的高く、類型指定された河川への影響が大きい12河川である。また、測定地点は原則として水域ごとに1地点であり、水域の末端付近の橋などが選定されている。九頭竜川支川の水質測定地点を図-1に示す。



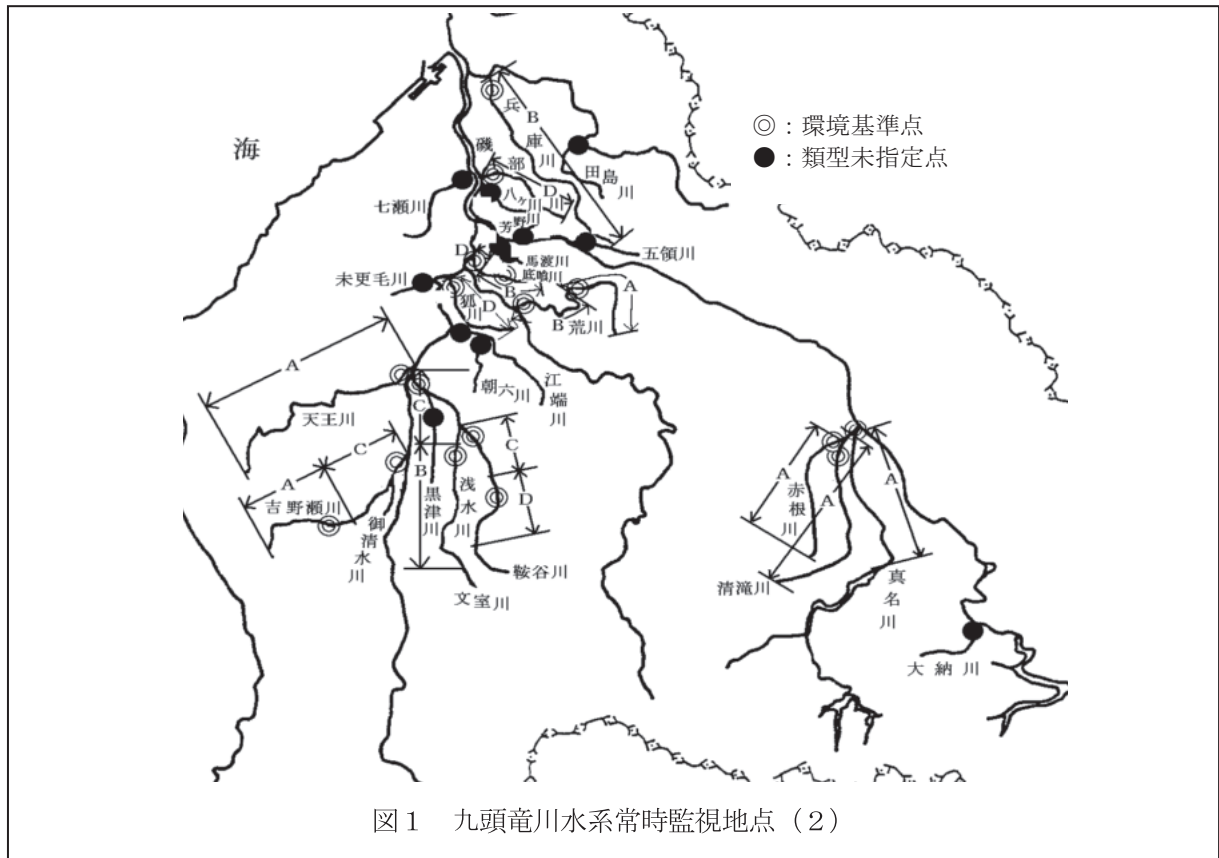


図1 九頭竜川水系常時監視地点（2）

3. 九頭竜川支川の常時監視結果

3-1. 健康項目

水質常時監視項目は、健康項目、生活環境項目のほか、環境基準の予備軍とも言える要監視項目など 60 以上にのぼる。はじめに、すべての河川に一律に適用される健康項目について、類型が指定され常時監視が開始された 1972 年から 2007 年までの調査結果を整理した³⁾。その結果、健康項目の検出頻度は低く、この 36 年間に九頭竜川水系で基準値を上回る濃度で検出されたのは表 2 に示すとおり九頭竜川布施田橋、底喰川三郎丸橋、御清水川水門の 3 地点のみであった。

（1）鉛

九頭竜川布施田橋では 1975、1976 年の 2 年間にそれぞれ年 12 回の測定のうち、1 回ずつ鉛が基準値を超過して検出されていた。当時の基準値は現行のものより 10 倍低い 0.1mg/L であり、評価の方法は最高値によることとされ、1975 年のみ基準値を超過したと評価された。これ以降、同項目は不検出で推移しているが、当時の検出下限値は基準値と同様に現行下限値より 10 倍以上高い値であったため、仮に当時の水質を現行の環境基準値および分析方法で評価した場合には、さらに長期間にわたって基準値を超過することになっていた可能性がある。

このように、常時監視は国が定めた一定の基準、評価方法、分析方法により全国一律に実施されるものであり、評価する基準値や検出下限値は毒性に関する知見の集積や技術力の向上などにより時代とともに変化している。このため、これらの調査結果を評価する場合には、基準値超過の有無だけでなく、これらの背景を把握し、適切に行わなければならない。

（2）水銀

底喰川では 1975 年から 1977 年の 3 年間に年 6 回の測定のうち 1 または 2 回、水銀が基準値を超過して検出されていた。この基準値超過の原因は明らかになっていないが、当時の詳細調査の結果から、この河川を排水先としている下水道施設由来である可能性が指摘されている⁴⁾。今回 1978 年以降のデ

表2 健康項目の検出状況

河川名	測定地点	項目	検出年	検出状況			基準値	検出下限値
				n/m	検出値	超過		
九頭竜川	布施田橋	鉛	1975	1/12	0.24	×	0.1	<0.05
			1976	1/12	0.05	○		
底喰川	三郎丸橋	水銀	1975	1/6	0.0008	○	0.0005	<0.0005
			1976	2/6	0.0006	○		
			1977	1/6	0.0052	○		
			1978	1/12	0.0005	○		
御清水川	水門	硝酸性窒素	1999	4/4	58	×	10	<0.02
		及び	2000	4/4	42	×		
		亜硝酸性窒素	2001	4/4	24	×		
			2002	4/4	39	×		
			2003	4/4	35	×		
			2004	4/4	51	×		

n/m：検出数／測定回数

注）検出値は最高値を記載している。また、○は環境基準達成を、×は環境基準超過を意味する。

一タは示していないが、この後本河川の調査は年 12 回に強化されており、1983 年に 1 回検出されている以外は不検出となっている。前述した布施田橋や底喰川の突発的な基準値超過は、類型指定とともに策定される水質保全計画に基づき進められる排水規制の強化など、河川環境保全に係る取り組みにより改善されたと考えられる。

（3）硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素

御清水川では、1999 年から新たに健康項目に追加された「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素」が常態として基準値を超えている。この河川を流れる水量のかかなりの割合を上流の非鉄金属の製造工場からの排水が占めるため、環境基準の 10 倍とされている排水基準が排出側で遵守されても環境基準は達成できない。一方、2009 年 8 月末現在、窒素規制については、特定の業種に対して暫定基準が適用されており、除去技術が開発途上であるなどの事情から、排出側での対策にも限界がある。

御清水川合流後の日野川中流に位置する清水山橋では 0.94～2.5mg/L と環境基準を達成しているものの、合流前の豊橋（0.25～0.36mg/L）や、清水山橋のさらに下流に位置する明治橋（0.76～1.0mg/L）と比べると高く、その影響が認められた。

なお、「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素」については経口摂取による乳幼児への健康影響の観点から基準値が設定されており、水道水源の 7 割以上を地下水に依存している福井県においては、地下水の水質保全の面からも排出事業者の協力を得てその削減を進めていく必要がある。

（4）その他

その他の健康項目については、自然由来で検出されることも多いほう素など一部の項目を除いてほとんどが不検出で推移しており、有害物質の公共用水域への排出は抑制され、良好な水質が維持されていることが確認された。

3-2 水質トレンド

水質トレンドについては、第 1 報に引き続き生活環境項目のうち水質汚濁の代表的な指標である BOD、SS（浮遊物質）について見ていくことにした。

（1）BOD

水中の有機物に係る代表的な指標である BOD の推移を、九頭竜川と 1970 年代から常時監視が継続されている主な支川について表 3 に示した。なお、環境基準の BOD は年間の測定結果の 75% 水質値（※ 2）により評価されるため、各年度の 75% 水質値について、監視開始後の 5 年間と最近 5 年間の平均値を示すとともに、最近 5 年間の平均値を最初 5 年間の平均値で除した変化率を示した。

BODは、九頭竜川や日野川をはじめ多くの河川において、約30年の間に2分の1程度にまで低下し、ほとんどの河川がA類型の2mg/Lを下回る濃度であり、水質が改善していることがわかった。

特に水質が著しく改善していたのは福井市中心部を流れる底喰川（変化率：0.04）であった。底喰川のBOD75%水質値の推移を図2に示す。BODは1970年代には50mg/Lを超える測定日が頻繁にあったが、1973年から徐々に減少しており、1996年以降は4mg/L以下で推移している。また、BODは、1986年頃と1996年頃の二度にわたり大きく減少していた。底喰川には、福井県で唯一の合流式下水道からの排出があり、主要な負荷源となっていることから、福井市の下水道整備状況を調べてみた。その結果、1985年には新たな分流式下水道、日野川浄化センターの供用が開始されており、1995年からは合流式下水道の改築更新が行われていた。このことから、BODの減少は福井市都市部におけるこれら下水道の整備により、無処理で流入する生活系負荷や下水道処理施設からの負荷が減少したことによると考えられる。

水質改善には流域からの負荷の削減が不可欠であるが、下水道の整備は大きな改善効果を及ぼすことがこの結果からも伺える。

一方、底喰川とは対照的に都市部の中小河川のなかにはBODがほとんど改善されないまたは増加している河川も認められた。

まず、礒部川は2007年度の常時監視で基準値を超過していると評価された県内唯一の河川であった。また、馬渡川は、環境基準の類型が指定されていないためその達成状況は評価されないが、2007年の常時監視結果では75%水質値35mg/L、平均値28mg/Lと日常生活において不快感を生じない程度とされるE類型（10mg/L）

表3 主要河川のBODの推移

河川名	地点名	BOD75%水質値 5年間平均値		
		1972～1976 mg/L (A)	2003～2007 mg/L (B)	変化率 (B/A)
九頭竜川	荒鹿橋	2.7	1.2	0.44
九頭竜川	高屋橋	2.2	0.9	0.41
九頭竜川	布施田橋	2.7	1.1	0.41
日野川	豊橋	2.1	1.0	0.48
日野川	清水山橋	3.2	1.8	0.56
日野川	日光橋	3.2 ^{*2}	1.9	0.59
日野川	明治橋	2.9	1.5	0.52
足羽川	天神橋	3.2	1.8	0.56
足羽川	水越橋	2.8	1.4	0.50
竹田川	清間橋	2.7	1.3	0.48
竹田川	栄橋	3.9	1.3	0.33
兵庫川	新野中橋	3.0	1.4	0.47
荒川	東今泉橋	2.2 ^{*3}	1.6	0.73
荒川	水門	6.6	1.9	0.29
天王川	末端	3.4 ^{*2}	1.7	0.50
吉野瀬川	芝原井橋	1.8 ^{*3}	1.0	0.56
吉野瀬川	高見橋	3.7 ^{*2}	1.5	0.41
浅水川	曲木橋	2.7 ^{*3}	2.0	0.74
浅水川	出作橋 ^{*1}	8.0	2.8	0.35
真名川	土布子橋	2.0 ^{*2}	1.1	0.55
礒部川	安沢橋	6.5	7.7	1.18
底喰川	三郎丸橋	63.2	2.8	0.04
狐川	狐橋	16.5	5.9	0.36
鞍谷川	浮橋	6.1	2.8	0.46
馬渡川	末端	8.7 ^{*4}	23.6	2.71
八ヶ川	末端	9.1 ^{*4}	5.7	0.63

*1: 2007年以降は天神橋

*2: 1973～1977、*3: 1987～1981、*4: 1975～1979

※変化率は、最近5年間平均値／最初5年間平均値として算出している。

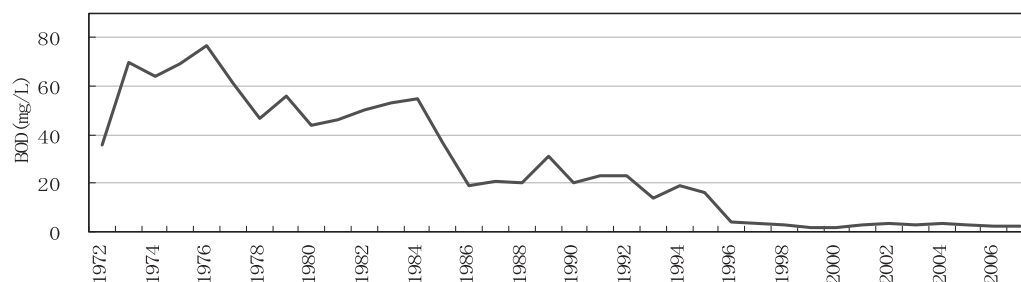


図2 底喰川のBOD75%水質値の推移

を大きく超える水質となっており、加えて 2001 年以降は増加傾向も認められる。これらの両河川はいずれも流域に福井県の基幹産業である染色整理業の工場があり、生活系負荷に加え、これらが大きな負荷源となっている。また、河川流量に対し、工場からの排水量が多いため希釈効果が小さいことも環境基準を達成できない要因の一つとなっている。

九頭竜川中下流の監視地点と流入河川の状況を図 3 に示す。馬渡川や磯部川は九頭竜川に直接流入するが、合流後の九頭竜川の監視地点では経年的な減少が認められ、1978 年以降は環境基準の超過も認められていない。九頭竜川では上流から下流に向かってなだらかな増加の傾向があることを第 1 報で述べたが、馬渡川が合流する九頭竜川中角橋から高屋橋の区間にかけての BOD の増加は、データのある 1973 年以降平均で 1.3 (0.9~3.7) 倍となっている。中角橋は九頭竜川流況の観測地点として流量や水位が観測、公開されており、最近 5 年間の平水流量は 84.5 m³/s となっている。一方、馬渡川の流量データは限られているが福井県衛生環境研究センターの調査結果では、概ね 0.6 m³/s となっている。ここから算出される BOD 負荷量は、中角橋 59g/s、馬渡川末端 12g/s、高屋橋 77g/s となっており、合流後の九頭竜川への影響が伺えた。なお、この区間で合流する支川は馬渡川だけである。

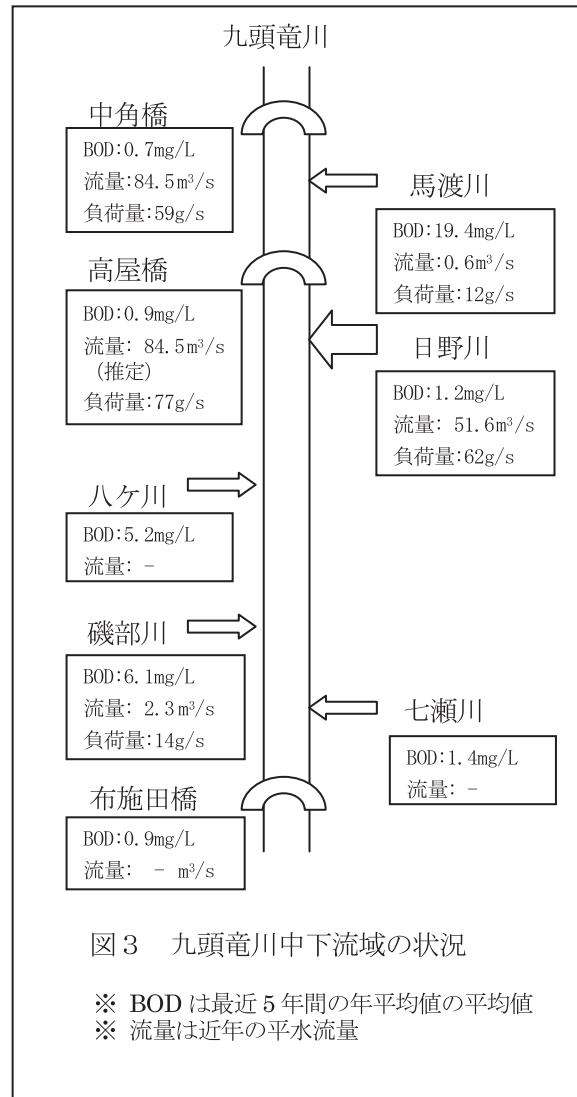
磯部川は、高屋橋と布施田橋の区間で九頭竜川に合流するが、この区間には他に九頭竜川の 2 分の 1 以上の流量がある日野川と八ヶ川、七瀬川の 3 河川が合流している。日野川では九頭竜川合流直前の明治橋付近で流量観測されており、最近 5 年間の平水流量の平均は 51.6 m³/s であり、日野川合流後の高屋橋下流では流量が 130 m³/s を超える。磯部川の流量は約 2.3 m³/s (2004 年) であり、磯部川由来の BOD は、布施田橋における BOD 負荷量の 1% 程度であると推測され、高屋橋—布施田橋区間での負荷増加 (平均 1.4 倍) への影響は軽微なものであると推察される。

※ 2 75%水質値とは、年間の日間平均値の全データをその値の小さいものから順に並べ 0.75×n 番目 (n は日間平均値のデータ数) のデータ値である。なお、0.75×n が整数でない場合は、端数を切り上げた整数番目の値をとる。【例: n=12 のとき 9 番目の値、n=8 のとき 6 番目の値】

(2) SS

BOD と同様に主要河川の SS の推移を表 4 に示すとともに、特徴的なパターンが認められた日野川明治橋、足羽川水越橋、磯部川安沢橋の年平均値のトレンドを図 4 に示す。なお、環境基準の SS は日間平均値により評価されるが、その推移を評価するため、表 4 には各年度の平均値について監視開始後の 5 年間と最近 5 年間の平均値を示し、併せて、最近 5 年間の平均値を最初 5 年間の平均値で除した変化率を示した。

この結果、観測を行っているほとんどの河川で減少傾向が認められ、多くの河川では変化率が 0.5 を下回っていた。また、観測当初は多くの河川で年平均値が基準値を超える年がみられたが、最近で



は足羽川を除いたすべての河川で環境基準を達成している。

SSのトレンドをみるといずれの河川も不規則な変動が認められ、特に、礫部川のような中小河川は大きな増減が認められた。SSは前日の降雨や河川工事などの影響を強く受ける。観測当初は、不自然なデータも認められ、降雨後の採水や、河川工事が行われていたときの採水などの可能性がある。これに対し、日野川や礫部川のトレンドでは近年は比較的安定した値となっている。河川整備などの公共事業の実施にあたり、環境への負荷を低減させる設計、施工を行う環境配慮型の工事⁶⁾が採用されるようになってきており、濁水発生量の削減などの取り組みがSSの低下に寄与しているのかもしれない。

一方、SSの増加が認められた足羽川水越橋は、図4からもわかるとおり、増加が認められるのは2004年からであり、平成16年福井豪雨と重なる。福井豪雨で甚大な被害を受けた足羽川は河川激甚災害対策特別緊急事業に採択され、5年間で集中的な河川改修が実施されている。

2005年は年間を通じて年12回の測定のうち10回が基準値の25mg/Lを超えており、復旧工事の影響が示唆されたが、これは工事の性格上、ある程度やむをえないと考える。なお、2007年には年12回とも25mg/Lを下回っていた。

表4 主要河川のSSの推移

河川名	地点名	SS 年平均値 5年間平均値		
		1972～1976 mg/L (A)	2003～2007 mg/L (B)	変化率 (B/A)
九頭竜川	荒鹿橋	20	2.6	0.13
九頭竜川	高屋橋	10	5.0	0.50
九頭竜川	布施田橋	21	7.6	0.36
日野川	豊橋	18	2.7	0.15
日野川	清水山橋	22	6.7	0.30
日野川	日光橋	19 ^{*1}	10	0.53
日野川	明治橋	23	13	0.57
足羽川	天神橋	22	6.7	0.30
足羽川	水越橋	13	19	1.46
竹田川	清間橋	22	6.9	0.31
竹田川	栄橋	17	8.7	0.51
荒川	東今泉橋	18 ^{*2}	8.1	0.45
荒川	水門	27	13	0.48
真名川	土布子橋	12 ^{*1}	3.7	0.31
礫部川	安沢橋	29	12	0.41
底喰川	三郎丸橋	67	11	0.16
馬渡川	末端	34 ^{*3}	32	0.94

*1: 1973～1977、*2: 1987～1981、*3: 1975～1979

※変化率は、最近5年間平均値／最初5年間平均値として算出している。

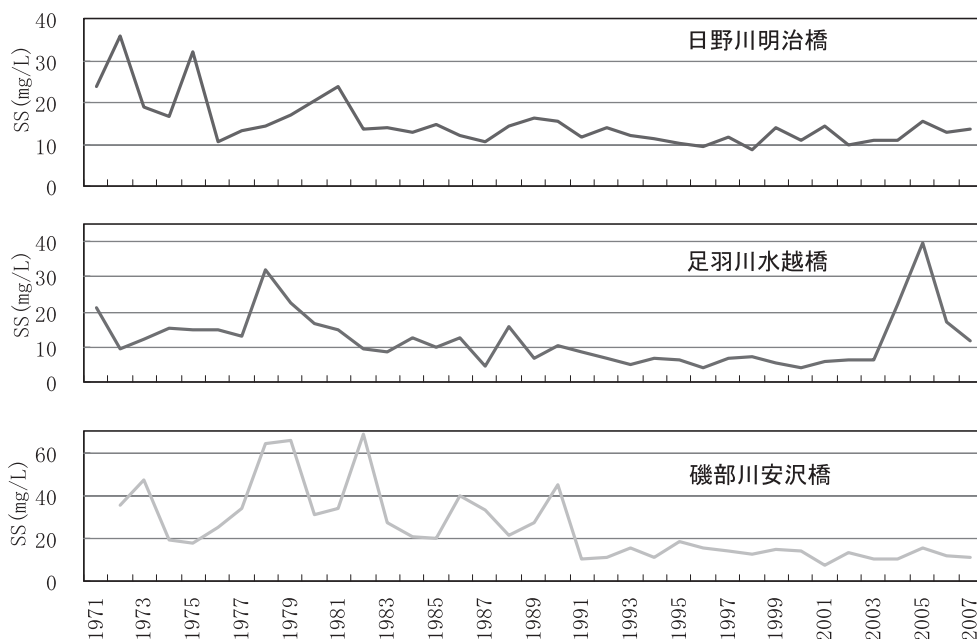


図3 主な支川のSSの推移

また、近年について日野川や竹田川など上、下流で観測されている河川でそのデータを比較すると、SSは下流ほど高くなる傾向が認められた。

4 まとめ

第1報での九頭竜川本川に続き、第2報では九頭竜川の支川に注目して30数年間の水質のトレンドなどをながめてみた。

今回は、福井県の公共用水域ではほとんど検出されない環境基準健康項目の状況と水質の代表的な指標であるBOD、SSを中心に述べた。健康項目では全国的に超過事例が多い「硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素」⁷⁾を除いては検出されることもほとんど無く良好な水質が維持されているといえる。

また、有機汚濁や水の濁りについては、BODやSSの減少に見られるように九頭竜川水系の多くの河川で水質改善が進んでいることがわかったが、その一方で、都市中小河川の一部に依然として水質汚濁が改善されない事例も残されていた。これらの河川では、地元住民らの手による清掃活動といった地道な地域活動も行われており、事業者等による排水処理技術の改善等の努力と地域住民とが一体となった活動の実施、さらに行政の後押しにより将来良好な水質が達成できることを期待したい。

今回解析した底喰川の事例は、蓄積された常時監視のデータを整理、評価することが、大きなスパンでの下水道整備や河川改修など水環境に関わる開発行為の事前・事後の評価につながり、環境保全行政の新たな施策展開に活用できうることを示していた。

最近では、国立環境研究所が中心となって、全国の大気環境、水環境および化学物質の環境汚染の状況を、地理情報システム（GIS）を用いてウェブ上で閲覧、検索できる「環境GIS」が公開され、全国の常時監視のデータが誰でも容易に利用できる環境が整った。おおむね環境が清浄な状態になった今こそ、これまで得られたデータが意味するものを汲み取って、新たな取り組みの足掛かりとし、良好な環境を将来に引き継いでいかなければならないと考えている。

参考文献

- 1) 九頭竜川水系河川整備基本方針（平成18年2月）
- 2) 福井県：平成19年度公共用水域および地下水の水質の測定結果報告書（2008）
- 3) 福井県：昭和48年版公害白書（1973）～平成20年度版環境白書（2009）
- 4) 福井県公害センター年報第7巻（1977）
- 5) 環境省：環境基準項目等の設定根拠等、中央環境審議会水環境部会環境基準健康項目専門委員会（第6回）資料（平成16年1月）
- 6) 福井県：福井県公共事業環境配慮ガイドライン（平成13年3月）
- 7) 環境省水・大気環境局：平成19年度公共用水域水質測定結果（平成20年11月）